

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(11) DE 3912504 A1

(51) Int. Cl. 5:

C01B 33/12

B 01 J 2/22

B 01 J 35/02

(21) Aktenzeichen: P 3912504.1

(22) Anmeldetag: 17. 4. 89

(43) Offenlegungstag: 18. 10. 90

(71) Anmelder:

Degussa AG, 6000 Frankfurt, DE

(72) Erfinder:

Deller, Klaus, Dr., 6452 Hainburg, DE; Förster,  
Martin, Dr., 6471 Büdingen, DE; Krause, Helmfried,  
6458 Rodenbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Preßlinge auf Basis von pyrogen hergestelltem Siliciumdioxid, Verfahren zu ihrer Herstellung und ihre Verwendung

Preßlinge auf Basis von pyrogen hergestelltem Siliciumdioxid mit den folgenden physikalisch-chemischen Kenndaten:

Außendurchmesser: 2 bis 15 mm

BET-Oberfläche: 50 bis 400 m<sup>2</sup>/g

Porenvolumen: 0,6 bis 1,3 ml/g

Bruchfestigkeit: 50 bis 150 N

Porenverteilung: keine Poren < 5 nm Durchmesser, nur

M so- und Makroporen

Zusammensetzung: > 99 Gew.-% SiO<sub>2</sub>

Abrieb: < 1,0%

Schüttgewicht: 400 bis 500 g/l

werden hergestellt, indem man pyrogen hergestelltes Siliciumdioxid mit Harnstoff, Methylcellulose und/oder Magnesiumstearat, Graphit, Aluminiumstearat unter Zusatz von Wasser homogenisiert, bei einer Temperatur von 80 bis 120°C trocknet, zu einem Pulver zerkleinert, das Pulver zu Preßlingen verpreßt und während eines Zeitraumes von 0,5 bis 8 Stunden bei einer Temperatur von 400 bis 1200°C temperiert.

DE 3912504 A1

DE 3912504 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft Preßlinge auf Basis von pyrogen hergestelltem Siliciumdioxid, Verfahren zu ihrer Herstellung und ihre Verwendung als Katalysatorträger oder Katalysator.

Pyrogen hergestellte Siliciumoxide zeichnen sich durch extreme Feinteiligkeit und entsprechend hohe spezifische Oberfläche, sehr hohe Reinheit, spährische Teilchenform und das Fehlen von Poren aus. Aufgrund dieser Eigenschaften finden die pyrogen hergestellten Oxide zunehmend Interesse als Träger für Katalysatoren (D. Kotin, H. Ferch, Chem. Ing. Techn. 52, 628 (1980)).

Da pyrogen hergestellte Oxide besonders feinteilig sind, bereitet die Verformung zu Katalysatorträgern bzw. Katalysatoren einige Schwierigkeiten.

Aus der DE-OS 31 32 674 ist ein Verfahren zur Herstellung von Preßlingen aus pyrogen hergestellten Oxiden bekannt, in dem Kieselsol als Bindemittel verwendet wird.

Aus der DE-OS 34 06 185 ist ein Verfahren zur Herstellung von Preßlingen bekannt, in dem man Glasurfrittenpulver als Bindemittel und Glycerin als Gleitmittel verwendet.

Aus der DE-PS 21 00 778 ist bekannt, Granulat auf Basis pyrogen hergestellter Siliciumdioxide zur Herstellung von z. B. Vinylacetamonomer als Katalysatorträger einzusetzen.

Diese bekannten Verfahren haben den Nachteil, daß die erhaltenen Preßlinge für bestimmte katalytische Reaktionen, wie z. B. die Vinylacetatherstellung aus Äthylen, Essigsäure und Sauerstoff oder die Hydratisierung von Äthylen zu Äthanol, nicht die gewünschten optimalen Eigenschaften, wie z. B. eine hohe Bruchfestigkeit, aufweisen.

Gegenstand der Erfindung sind Preßlinge auf Basis von pyrogen hergestelltem Siliciumdioxid mit den folgenden physikalisch-chemischen Kenndaten:

Außendurchmesser:	2 bis 15 mm
BET-Oberfläche:	50 bis 400 m <sup>2</sup> /g
Porenvolumen:	0,6 bis 1,3 ml/g
Bruchfestigkeit:	50 bis 150 N
Porenverteilung:	keine Poren < 5 nm Durchmesser, nur Meso- und Makroporen
Zusammensetzung:	> 99 Gew.-% SiO <sub>2</sub>
Abrieb:	< 1,0%
Schüttgewicht:	400—500 g/l

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung von Preßlingen auf Basis von pyrogen hergestelltem Siliciumdioxid mit den folgenden physikalisch-chemischen Kenndaten:

Außendurchmesser:	2 bis 15 mm
BET-Oberfläche:	50 bis 400 m <sup>2</sup> /g
Porenvolumen:	0,6 bis 1,3 ml/g
Bruchfestigkeit:	50 bis 150 N
Porenverteilung:	keine Poren < 5 nm Durchmesser, nur Meso- und Makroporen
Zusammensetzung:	> 99 Gew.-% SiO <sub>2</sub>
Abrieb:	< 1,0%
Schüttgewicht:	400—500 g/l

welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man pyrogen hergestelltes Siliciumdioxid mit Harnstoff, Methylcellulose, Aluminiumstearat und/oder Magnesiumstearat, Graphit unter Zusatz von Wasser homogenisiert, bei einer Temperatur von 80 bis 120°C trocknet, zu einem Pulver zerkleinert, das Pulver zu Preßlingen verpreßt und während eines Zeitraumes von 0,5 bis 8 Stunden bei einer Temperatur von 400 bis 1200°C tempert.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind prinzipiell alle Mischer oder Mühlen geeignet, die eine gute Homogenisierung ermöglichen, wie z. B. Schaufel-, Wirbelschicht-, Kreisel- oder Luftstrommischer. Besonders geeignet sind Mischer, mit denen eine zusätzliche Verdichtung des Mischgutes möglich ist, z. B. Pflugscharmischer, Kollergänge oder Kugelmühlen. Nach dem Homogenisieren kann eine weitgehende Trocknung bei 80—120°C erfolgen, so daß man nach dem Zerkleinern ein rieselfähiges Pulver erhält. Die Herstellung der Preßlinge kann auf Stempelpressen, Exzenterpressen, Strangpressen oder Rundlaufpressen als auch auf Kompaktoren erfolgen.

Vor dem Verpressen kann in einer besonderen Ausführungsform der Erfindung die Mischung die folgende Zusammensetzung aufweisen:

- 60 50—90 Gew.-% Siliciumdioxid, vorzugsweise 60—80 Gew.-%,  
0,1—20 Gew.-% Aluminiumstearat, vorzugsweise 10 Gew.-% und/oder  
0,1—20 Gew.-% Magnesiumstearat, vorzugsweise 1—10 Gew.-%,  
0,1—20 Gew.-% Graphit, vorzugsweise 1—5 Gew.-%,  
5—48 Gew.-% Porenbildner wie Harnstoff, Methylcellulose, vorzugsweise 10—40 Gew.-%.
- 65 Die Preßlinge können verschiedene, z. B. zylinderische, kugelförmige oder ringförmige Formen mit einem Außendurchmesser von 2 bis 15 mm aufweisen.  
Die Preßlinge werden bei 400—1200°C 30 Minuten bis 8 Stunden getempert.  
Durch Variation der Einsatzstoffmengen und des Preßdruckes kann die Bruchfestigkeit, die spez. Gesamt-

oberfläche und das Porenvolumen in einem gewissen Rahmen verändert werden.

Die erfindungsgemäßen Preßlinge können entweder direkt als Katalysator oder als Katalysatorträger, nachdem die Formkörper während oder nach ihrer Herstellung mit einer Lösung einer katalytisch wirksamen Substanz getränkt und ggf. durch eine geeignete Nachbehandlung aktiviert wurden, Verwendung finden.

Insbesondere lassen sich die Preßlinge aus pyrogen hergestelltem Siliciumdioxid in der Anwendung als Träger für den Katalysator bei der Herstellung von Vinylacetatmonomer aus Ethylen, Essigsäure und Sauerstoff sowie als Katalysator im Ethylenhydratisierungsverfahren besonders gut verwenden.

Die erfindungsgemäßen Preßlinge weisen die folgenden Vorteile auf:

Hohe Reinheit

Geringer Abrieb

Hohes Porenvolumen

Keine Poren < 5 nm, nur Meso und Makroporen

### Beispiele

Als pyrogen hergestelltes Siliciumdioxid werden Siliciumdioxide mit den folgenden physikalisch-chemischen Kenndaten eingesetzt:

	Aerosil 90	130	150	200	300	380
Oberfläche nach BET, m <sup>2</sup> /g	90 ± 15	130 ± 25	150 ± 15	200 ± 25	300 ± 30	380 ± 30
Mittlere Größe der Primärteilchen, nm	20	16	14	12	7	7
Stampfdichte <sup>1)</sup> , g/l	ca. 80	ca. 50	ca. 50	ca. 50	ca. 50	ca. 50
Trocknungsverlust <sup>2)</sup> (2 Stunden bei 105°C), %	< 1	< 1,5	< 0,5 <sup>7)</sup>	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Glühverlust <sup>2)5)</sup> (2 Stunden bei 1000°C), %	< 1	< 1	< 1	< 1	< 2	< 2,5
pH-Wert <sup>3)</sup> (in 4%iger wäßriger Dispersion)	3,6–4,5	3,6–4,3	3,6–4,3	3,6–4,3	3,6–4,3	3,6–4,3
SiO <sub>2</sub> <sup>6)</sup> , %	> 99,8	> 99,8	> 99,8	> 99,8	> 99,8	> 99,8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>6)</sup> , %	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>6)</sup> , %	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
TiO <sub>2</sub> <sup>6)</sup> , %	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
HCl <sup>6)8)</sup> , %	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
Siebrückstand <sup>4)</sup> (nach Mocker, 45 µm), %	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

<sup>1)</sup> nach DIN 53 194.

<sup>2)</sup> nach DIN 55 921.

<sup>3)</sup> nach DIN 53 200.

<sup>4)</sup> nach DIN 53 580.

<sup>5)</sup> bezogen auf die 2 Stunden bei 105°C getrocknete Substanz.

<sup>6)</sup> bezogen auf die 2 Stunden bei 1000°C geglühte Substanz.

<sup>7)</sup> HCl-Gehalt ist Bestandteil des Glühverlustes.

Zur Herstellung von AEROSIL wird in eine Knallgasflamme aus Wasserstoff und Luft eine flüchtige Siliciumverbindung eingedüst. In den meisten Fällen verwendet man Siliciumtetrachlorid. Diese Substanz hydrolysiert unter dem Einfluß des bei der Knallgasreaktion entstehenden Wassers zu Siliciumdioxid und Salzsäure. Das Siliciumdioxid tritt nach dem Verlassen der Flamme in eine sogenannte Koagulationszone ein, in der die AEROSIL-Primärteilchen und -Primäraggregate agglomerieren. Das in diesem Stadium als eine Art Aerosol vorliegende Produkt wird in Zyklen von den gasförmigen Begleitsubstanzen getrennt und anschließend mit feuchter Heißluft nachbehandelt. Durch dieses Verfahren läßt sich der Rest-Salzsäuregehalt unter 0,025% senken. Da das AEROSIL am Ende dieses Prozesses mit einer Schüttdichte von nur ca. 15 g/l anfällt, wird eine Vakuumverdichtung angeschlossen, mit der sich Stampfdichten von ca. 50 g/l und mehr einstellen lassen.

Die Teilchengrößen der auf diese Weise gewonnenen Produkte können mit Hilfe der Reaktionsbedingungen variiert werden. Solche Parameter sind z. B. die Flammtemperatur, der Wasserstoff- oder Sauerstoffanteil, die Siliciumtetrachloridmenge, die Verweilzeit in der Flamme oder die Länge der Koagulationsstrecke.

Die BET-Oberfläche wird gemäß DIN 66 131 mit Stickstoff bestimmt.

Das Porenvolumen wird rechnerisch aus der Summe von Mikro-, Meso- und Makroporen volumen bestimmt.

Die Bruchfestigkeit wird mittels des Bruchfestigkeitstesters der Fa. Erweka, Typ TBH 28, bestimmt.

Die Bestimmung der Mikro- und Mesoporen erfolgt durch Aufnahme einer N<sub>2</sub>-Isotherme und deren Auswertung nach BET, de Boer und Barret, Joyner, Halenda.

Die Bestimmung der Makroporen erfolgt durch das Hg Einpreßverfahren.

Der Abrieb wird mittels des Abrieb- und Triabilitätstesters der Fa. Erweka, Typ TAR, bestimmt.

### Beispiel 1

62,0% Aerosil 200

15 5,8% Aluminiumstearat

9,5% Methylcellulose

3,7% Graphit

19,0% Harnstoff

20 werden unter Zusatz von Wasser kompaktiert, bei 100°C 24 Stunden getrocknet, zu einem rieselfähigen Pulver zerkleinert und mit einer Rundlauf-Tablettenpresse zu Preßlingen verformt.

Die Rohtabletten werden bei 200°C calciniert und anschließend 4 Stunden bei 1000°C getempert.

Die erhaltenen Preßlinge weisen folgende physikalisch-chemischen Kenndaten auf:

25 Außendurchmesser: 5 mm

BET-Oberfläche: 148 m<sup>2</sup>/g

Porenvolumen: 0,73 ml/g

Porenverteilung: keine Poren < 5 nm, nur Meso- und Makroporen

30 Bruchfestigkeit: 12,2 N

Abrieb: 0,45%

Schüttgewicht: 530 g/l

Zusammensetzung: 99,2% SiO<sub>2</sub>

### Beispiel 2

62,5% Aerosil 200

5,8% Magnesiumstearat

9,6% Methylcellulose

40 22,1% Harnstoff

werden gemäß Beispiel 1 zu Preßlingen verformt.

Die Rohtabletten werden bei 250°C calciniert und anschließend 6 Stunden bei 750°C getempert.

Die erhaltenen Preßlinge weisen folgende physikalisch-chemischen Kenndaten auf:

45 Außendurchmesser: 6 mm

BET-Oberfläche: 176 m<sup>2</sup>/g

Porenvolumen: 0,76 ml/g

Porenverteilung: keine Poren < 4 nm, nur Meso- und Makroporen

50 Bruchfestigkeit: 54 N

Abrieb: 0,9%

Schüttgewicht: 500 g/l

Zusammensetzung: 99,4% SiO<sub>2</sub>

55

### Beispiel 3

62,5% Aerosil 380

5,8% Magnesiumstearat

60 9,6% Methylcellulose

22,1% Harnstoff

werden unter Zusatz von Wasser kompaktiert, bei 100°C 24 Stunden getrocknet, zu einem rieselfähigen Pulver zerkleinert und auf einer Excenterpresse in Preßlinge verformt.

65 Die Rohtabletten werden bei 250°C calciniert und anschließend 8 Stunden bei 700°C getempert.

Die erhaltenen Preßlinge weisen folgende physikalisch-chemischen Kenndaten auf:

Außendurchmesser:	5 mm
BET-Oberfläche:	289 m <sup>2</sup> /g
Porenvolumen:	1,09 ml/g
Porenverteilung:	keine Poren < 5 nm, nur Meso- und Makroporen
Bruchfestigkeit:	105 N
Abrieb:	0,9%
Schüttgewicht:	480 g/l
Zusammensetzung:	99,4% SiO <sub>2</sub>

## Beispiel 4

62,5% Aerosil 90  
5,8% Magnesiumstearat  
9,6% Methylcellulose  
22,1% Harnstoff

werden gemäß Beispiel 3 zu Preßlingen verformt.  
Die Rohtabletten werden bei 250°C calciniert und 8 Stunden bei 900°C getempert.  
Die erhaltenen Preßlinge weisen folgende physikalisch-chemischen Kenndaten auf:

Außendurchmesser:	5 mm
BET-Oberfläche:	73 m <sup>2</sup> /g
Porenvolumen:	0,88 ml/g
Porenverteilung:	keine Poren < 5 nm, nur Meso- und Makroporen
Bruchfestigkeit:	55 N
Abrieb:	0,9%
Schüttgewicht:	450 g/l
Zusammensetzung:	99,4% SiO <sub>2</sub>

## Patentansprüche

1. Preßlinge auf Basis von pyrogen hergestelltem Siliciumdioxid mit den folgenden physikalisch-chemischen Kenndaten:

Außendurchmesser:	2 bis 15 mm
BET-Oberfläche:	50 bis 400 m <sup>2</sup> /g
Porenvolumen:	0,6 bis 1,3 ml/g
Bruchfestigkeit:	50 bis 150 N
Porenverteilung:	keine Poren < 5 nm Durchmesser, nur Meso- und Makroporen
Zusammensetzung:	> 99 Gew.-% SiO <sub>2</sub>
Abrieb:	< 1,0%
Schüttgewicht:	400 – 500 g/l

2. Verfahren zur Herstellung von Preßlingen auf Basis von pyrogen hergestelltem Siliciumdioxid mit den folgenden physikalisch-chemischen Kenndaten:

Außendurchmesser:	2 bis 15 mm
BET-Oberfläche:	50 bis 400 m <sup>2</sup> /g
Porenvolumen:	0,6 bis 1,3 ml/g
Bruchfestigkeit:	50 bis 150 N
Porenverteilung:	keine Poren < 5 nm Durchmesser,
Zusammensetzung:	> 99 Gew.-% SiO <sub>2</sub>
Abrieb:	< 1,0%
Schüttgewicht:	400 – 500 g/l

dadurch gekennzeichnet, daß man pyrogen hergestelltes Siliciumdioxid mit Harnstoff, Methylcellulose und/oder Magnesiumstearat, Graphit, Aluminiumstearat unter Zusatz von Wasser homogenisiert, bei einer Temperatur von 80 bis 120°C trocknet, zu einem Pulver zerkleinert, das Pulver zu Preßlingen verpreßt und während eines Zeitraumes von 0,5 bis 8 Stunden bei einer Temperatur von 400 bis 1200°C tempert.

3. Verwendung der Preßlinge gemäß Anspruch 1 als Katalysatorträger oder Katalysator.

60

55

65

50

40

45

55

65

35

25

20

15

10

- Leerseite -